Ueber die

Ausnützung des Weizenklebers im Darmkanale

und über die

Verwendung desselben zur Ernährung des Menschen.

Inaugural-Abhandlung

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

der medicinischen Facultät der Ludwigs-Maximilians-Universität
zu München

unter dem Präsidium

des

Herrn Professor Dr. **C. v. Voit**

vorgelegt von

Alexander Constantinidi
aus Manchester.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1887.

Ueber die

Ausnützung des Weizenklebers im Darmkanale

und über die

Verwendung desselben zur Ernährung des Menschen.

Inaugural-Abhandlung

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

der medicinischen Facultät der Ludwigs-Maximilians-Universität
zu München

unter dem Präsidium

des

Herrn Professor Dr. **C. v. Voit**

vorgelegt von

Alexander Constantinidi
aus Manchester.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1887.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547425_0002

Von den zur Ernährung nothwendigen organischen Nahrungsstoffen, den eiweissartigen Stoffen, dem Fett und den Kohlehydraten (vorzüglich in der Form von Stärkemehl) ist für die ärmeren Volksklassen, sowie für die Kost in Gefängnissen und Armenanstalten u. s. w., das Stärkemehl am leichtesten zu erhalten; es ist in gewissen Nahrungsmitteln, z. B. den Kartoffeln, auch dem Reis oder dem Mais u. s. w. wohlfeil zu bekommen, wogegen das Fett und das Eiweiss wesentlich theurer sind. Eine gute Nahrung ist gewöhnlich reicher an Fett und Eiweiss, aber ärmer an Kohlehydrat als eine schlechte und ungenügende.

Es wäre wohl möglich, Fett so billig zu beschaffen, dass es für Verbesserung der Volksnahrung Verwendung finden könnte; die Mengen der gewöhnlichen Fette, welche aus den gewaltigen Thiervorräthen Amerikas u. s. w. in den Handel kommen, sind so gross, dass gewiss ohne wesentliche Erhöhung der Kosten der Ueberschuss von Kohlehydraten in der schlechten Volksnahrung durch eine genügende Quantität solcher Fette zu ersetzen wäre. Auch die Fette aus Seethieren sowie aus Pflanzen liessen sich zu dem besagten Zwecke benützen.

Schwieriger ist es mit der Beschaffung wohlfeilen Eiweisses. Es ist die Aufgabe, in einem eiweissreichen Nahrungsmittel oder in einem irgendwie abfallenden eiweissartigen Stoffe ein Eiweiss zu

erhalten, welches wesentlich weniger kostet als das Eiweiss in unseren gebräuchlichen Nahrungsmitteln, z. B. in frischem Fleische oder in Leguminosen oder in Weizenmehl u. s. w.

Man hat vielfach getrocknetes Fleisch verwendet. An der Sonne gedörrtes Fleisch von Büffeln ist als Charqué in Amerika längst gebräuchlich und wird zur Herstellung des Pemmican benützt; in Norwegen und Schweden bereitet man ein Mehl aus Stockfischfleisch; die nach der Bereitung des Fleischextractes abfallenden Fleischrückstände, welche jetzt wegen ihres schlechten Geruches höchstens zum Viehfutter in Verwendung kommen, werden gewiss noch für die Ernährung des Menschen brauchbar hergestellt; vielleicht gelingt es auch, das nicht ausgelaugte Fleisch der Heerden überseeischer Länder für unsere Bedürfnisse nutzbar zu machen. Das Meer birgt einen noch unerschöpflichen Reichthum an wohlfeilen eiweissreichen Nahrungsmitteln, die, wenigstens für unsere Binnenländer, noch lange nicht genügend ausgebeutet werden. Das nach der Entfettung der Milch mittels der Centrifuge in Lösung bleibende Casein ist eine weitere reichlich fliessende Quelle von wohlfeilem Eiweiss; es wird dasselbe gewiss noch in irgend einer Weise, z. B. in Magerkäse, seine geeignete Verwerthung finden.

Schon lange hat man auf den bei der Stärkemehlbereitung aus Weizenmehl in Massen abfallenden Kleber, mit dem man nichts Rechtes anzufangen wusste, die Aufmerksamkeit gerichtet. Man suchte ihn in einer Weise darzustellen, dass man ihn in der Küche verwerthen konnte, indem man ihn z. B. in Brod einbackte.

Herr Karl August Guilleaume in Köln mischte den in seiner Fabrik bei der Stärkemehlherstellung gewonnenen Kleber dem zur Bereitung von Maccaroninudeln verwendeten Weizenmehl in gewisser Menge bei. M. Rubner hat mit diesem Präparate Ausnützungsversuche an Menschen gemacht, auf welche ich später noch eingehen werde.

Herr Dr. Johannes Hundhausen in Hamm in Westfalen hat sich ebenfalls bemüht, den Kleber, welchen er in seiner Weizenpuderfabrik erhielt, nutzbar zu machen. Er stellte mehrere Präparate her. Zunächst aus Weizenkorn und aus Weizenmehl; das

Präparat aus dem Weizenkorn ist etwas kleiehaltig und würde sich für 1 kg auf etwa 60 Pfg. stellen, das aus dem Weizenmehl auf etwa 70 Pfg. und zwar nach den heutigen Weizenpreisen. Man kann ferner das Klebermehl ganz fein sieben oder es etwas gröber lassen, in welch' letzterer Form es billiger ist; von dem Rohproducte aus dem Weizenkorne kostet das Kilo 60 Pfg., von der einfachen Siebung 66 Pfg., von der feinsten Siebung 74—80 Pfg.

Da das Kilo des aus dem Weizenkorn dargestellten gröberen Kleberpulvers nur auf 60 Pfg. zu stehen kommt, so wäre es wohl möglich, diesen Kleber für die Volksernährung als eiweissreiches Zusatzmittel zu eiweissarmen Nahrungsmitteln, namentlich zu den wegen ihres geringen Eiweissgehaltes häufig im Unmaasse verzehrten Kartoffeln, zuzusetzen.

Ehe man aber sich bemüht, den Kleber dafür zu verwerthen, ist es zunächst nothwendig, sich zu überzeugen, ob derselbe auch im Darmkanale genügend ausgenützt wird, namentlich dann, wenn man ihn mit den eiweissarmen Kartoffeln, welche eine grössere Kothmenge liefern, darreicht. Es wäre ja nicht unmöglich, dass er in diesem Falle mit dem reichlichen Koth zum grossen Theile unbenutzt wieder ausgeschieden würde. Ausser diesem praktischen Gesichtspunkte knüpfen sich daran noch einige theoretische Fragen, weshalb ich es gerne unternahm, einige Versuche über die Verwerthung des Klebers am Hunde und am Menschen anzustellen, bei welchen mir Herr Dr. Erwin Voit, Assistent am physiologischen Institute, vielfach behilflich war. Ich sage demselben daher an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank.

Ich verwendete zu den Versuchen den von Dr. J. Hundhausen aus Weizenmehl dargestellten und gütigst überlassenen Kleber, der gröber gemahlen und nicht weiter gesiebt war und etwa eine Korngrösse wie Gries besass.

Zunächst habe ich die Zusammensetzung dieses Kleberpräparates ermittelt.

Es wurde in der lufttrockenen Substanz der Gehalt an Stickstoff, an Fett, Stärkemehl, Cellulose und unorganischen Bestand-

theilen bestimmt[1]) und auf bei 100° getrocknete Substanz umgerechnet. Ich erhielt dabei:

Stickstoff . . .	13,77
Fett	0,27
Stärkemehl . .	7,01
Cellulose . . .	0,45
Asche	0,78

Die 13,77 Stickstoff, welche zum weitaus grössten Theile im Klebereiweissstoffe enthalten sind, entsprechen 82,6g Klebereiweissstoff bei 16,67% Stickstoff des letzteren im Mittel; oder es geben 100g Substanz nach Abzug des Fettes, des Stärkemehles, der Cellulose und der Asche 15,05% Stickstoff. In dem Kleber finden sich bekanntlich mehrere Pflanzeneiweissstoffe, nämlich das Glutencasein, das Glutenfibrin, das Gliadein oder der Pflanzenleim und das Mucedin[2]). Im trockenen Rohkleber fand Ritthausen im Mittel 13,64% Stickstoff (12,54—15,25%).

I. Versuche am Hunde.

Ich habe geglaubt zunächst zur Orientirung einige Versuche am Hunde anstellen zu sollen. Man weiss zwar, dass derselbe sehr vollständig und in grosser Menge die Eiweissstoffe des Fleisches verwerthet, aber ob er auch die im Wasser unlöslichen Pflanzeneiweissstoffe ausnutzt, das ist wohl wahrscheinlich aber doch nicht mit Sicherheit von vornherein zu sagen, wenigstens werden von dem Eiweissstoffe des Schwarzbrodes nach den Versuchen von E. Bischoff und G. Mayer 17—19% in seinem Darmkanale nicht resorbirt.

1) Die Bestimmungen geschahen in der wohlgemischten und bei Luftabschluss aufbewahrten, lufttrockenen Substanz. Der Stickstoff wurde nach Will-Varrentrapp bestimmt. Das als Fett bezeichnete ist das durch Auskochen mit Aether im Soxhlet'schen Entfettungsapparate erhaltene. Das Stärkemehl wurde nach der von Sachsse angegebenen Methode (Zeitschr. f. analyt. Chemie Bd. 17 S. 231) durch verdünnte Salzsäure in Zucker übergeführt und dieser nach dem Allihn'schen Reductionsverfahren (Zeitschr. f. analyt. Chemie Bd. 20 S. 343) ermittelt. Die Cellulosebestimmung geschah durch Kochen mit 4% Salzsäure und 2,5% Alkalilauge und schliessliches Waschen mit Wasser, Alkohol und Aether.

2) H. Ritthausen, die Eiweisskörper der Getreidearten, Hülsenfrüchte und Oelsamen, 1872.

Der Kleber wurde, um ihn dem Thiere leicht beizubringen und dasselbe auf seinem stofflichen Bestande zu erhalten, mit so viel Speck gemischt als nothwendig ist, um den Fettverlust vom Körper zu verhüten. Der Speck wurde mit der Scheere in kleine Stücke geschnitten und dann das Kleberpulver dazu geschüttet und gut gemischt. Es entstand so eine Mischung, welche der Hund alsbald gierig auffrass.

Der auf jeden Tag treffende Harn wurde mittels des Catheters bei dem weiblichen Thiere völlig entleert und auf seinen Gehalt an Stickstoff nach Schneider-Seegen untersucht.

Der auf die Versuchszeit treffende Koth wurde durch Darreichen von Knochen ein oder zwei Tage vor und ein oder zwei Tage nach dem Versuche genau abgegrenzt. Derselbe wurde auf seinen Gehalt an Wasser, an Stickstoff und Mineralbestandtheilen sowie auf die Menge des Aether-Alkohol- und Wasserextractes untersucht.

1. Dreitägige Versuchsreihe an einem 24^{kg} schweren Hund am 8., 9., 10. Dezember 1885, von 9 Uhr vormittags bis 9 Uhr vormittags des nächsten Tages.

Das Thier erhielt täglich 100^{g} lufttrockenen (= 89,04^{g} bei 100° getrockneten) Kleber mit 100^{g} Speck.

Nach der vorher mitgetheilten Analyse des Klebers waren in der lufttrockenen Substanz (bei 10,955^{g} Wasser) enthalten

	in 300 Kleber für 3 Tage.	in 100 Kleber für 1 Tag
Wasser	32,865	10,955
Stickstoff	36,784	12,261
Fett	0,718	0,239
Stärkemehl	18,726	6,242
Cellulose	1,199	0,399
Asche	2,094	0,698

Der geräucherte Speck enthält nach Fr. Hofmann's Analyse[1]) im Mittel:

1) Franz Hofmann, Zeitschr. f. Biol., 1872 Bd. 8 S. 166.

	in 300 Speck für 3 Tage	in 100 Speck für 1 Tag
Wasser	8,85	2,95
Bindegewebe	4,20	1,40
Stickstoff	0,66	0,22
Fett	286,80	95,60

Das Thier erhielt demnach im Tage 73,56 g Klebereiweissstoff (bei 16,67% Stickstoff) und 1,40 g Eiweiss im Bindegewebe des Speckes (bei 16% Stickstoff), im Ganzen also 74,96 g Eiweiss, ferner 95,84 g Fett, 6,24 g Stärkemehl und 0,70 g Asche.

Es kamen nun während der 3 Tage im Harn zur Ausscheidung:

	Tag Dezember.	Menge des Harns in ccm	Menge des Stickstoffes.
1.	8.	360	11,388
2.	9.	360	12,049
3.	10.	340	11,769
		1060	35,206

Der auf die 3 Tage fallende dunkelgefärbte, pechartige, wie Hunger- oder Fleischkoth aussehende, neutrale Koth wog frisch 56,08 g und trocken 20,65 g (36,82% feste Theile); für den Tag treffen also 18,69 g frischer und 6,88 g trockener Koth.

Durch die Analyse ergab sich in 100 g trockenem Koth, sowie in den 20,65 g der ganzen Reihe und in den 6,88 g eines Tages:

	in 100 g	in 20,65 g	in 6,88 g
Stickstoff	6,30	1,302	0,433
Asche	34,31	7,09	2,361
Aetherextract	14,21	2,93	0,98
Alkoholextract	8,67	1,79	0,60
Wasserextract	24,02	4,97	1,66
Rückstand	51,13	10,56	3,52
	98,03	20,25	6,75

In dem Aetherextracte befinden sich Neutralfett, Fettsäuren, Cholalsäure, Cholestearin u. s. w. Da die Menge des auf den Tag treffenden Aetherextractes nur gering ist gegenüber der Menge des verzehrten Fettes und die Fettsäuren nur wenig mehr Neutralfett

entsprechen, so darf man, ohne einen erheblichen Fehler zu begehen, aus dem Aetherextract des Kothes die Ausnützung des Fettes im Darmkanale berechnen.

Im Alkoholauszug sind die Seifen und das allenfalls vorhandene cholalsaure Alkali vorhanden. Nach dem Verjagen des Alkohols und Versetzen des Rückstandes mit saurem Wasser blieben von 100g trockenem Alkoholextract 42,96g unlöslich zurück, die also zweifellos aus Cholalsäure und aus Seifen abgespaltenen Fettsäuren bestehen.

Im Wasserextracte sind enthalten:

	in 100 trockenem Wasserextracte	in 4,97 trockenem Wasserextracte
Stickstoff	10,82	0,537
Asche	19,32	0,96

Im Rückstande nach der Extraction mit Aether, Alkohol und Wasser sind enthalten:

	in 100 trockenem Rückstande	in 10,56 trockenem Rückstande
Stickstoff	5,63	0,59
Asche	58,03	6,13

In 100 organischer Substanz des Kothes finden sich:

an Aetherextract	22,30%
„ Alkoholextract . . .	13,61
„ Wasserextract . . .	30,41
„ Rückstand	33,68
	100,00

Aus diesen Zahlen habe ich berechnet, wie viel in den aus 100g trockenem Koth und aus dem auf 3 Tage und 1 Tag treffenden Koth enthaltenen Extracten organische Substanz, sowie Stickstoff und Asche eingeschlossen ist, wobei sich ergab:

	aus 100 trockenem Kothe			aus 20,65 trockenem Kothe			aus 6,88 trockenem Kothe		
	org. Substanz	Stickstoff	Asche	org. Substanz	Stickstoff	Asche	org. Substanz	Stickstoff	Asche
Aetherextract	14,21	—	—	2,93	—	—	0,98	—	—
Alkoholextract	8,67	0,823[1]	—	1,79	0,17	—	0,60	0,05	—
Wasserextract	19,38	2,60	4,64	4,01	0,54	0,96	1,34	0,18	0,32
Rückstand	21,46	2,88	29,67	4,43	0,59	6.13	1,48	0,20	2,04
	63,72	6,303	34,31	13,16	1,30	7,09	4,40	0,43	2,36

1) Aus der Differenz gerechnet.

Vergleicht man nun die Bestandtheile der Einnahmen und die der Ausgaben während der 3 Versuchstage, so ersieht man zunächst, dass einer Einnahme von 37,44 g Stickstoff eine Ausgabe von Stickstoff im Harn von 35,206 g und im Koth von 1,302 g, sohin im Ganzen von 36,508 g entsprechen; es hat sich daher der Hund mit einer täglichen Zufuhr von 100 g Kleber unter Zusatz von 100 g Speck auf seinem Eiweissbestande erhalten, ja er hat dabei noch etwas Stickstoff im Körper (0,93 g) angesetzt.

Der Kleber ist im Darmkanale des Hundes, nach der Stickstoffmenge desselben und der Stickstoffausscheidung im Kothe berechnet, sehr gut ausgenützt worden, der Verlust durch den Koth beträgt höchstens 3,5%. Es ist nämlich zu bedenken, dass der im Kothe enthaltene Stickstoff nicht ganz dem Residuum der Nahrung angehört, sondern auch dem Residuum der Verdauungssäfte und anderen Ausscheidungen aus dem Darmkanale; ja man kann sagen, dass beim Fleischfresser bei Aufnahme von Fleisch so gut wie aller Stickstoff des Kothes letzterer Kategorie zugehört.

Das Fett der Nahrung beträgt 95,84 g, das Fett im Kothe 2,93 , so dass das Fett bis auf 3,05% im Darmkanale resorbirt worden ist.

2. Fünftägige Versuchsreihe an einem 24 kg schweren Hund am 15., 16., 17., 18. und 19. Januar 1886.

Da beim 1. Versuche die Menge des Kothes eine geringe war, so machte ich mit dem nämlichrn Hunde noch einen 2. Versuch, aber während 5 Tagen, wobei er mehr lufttrockenen Kleber, nämlich 200 g im Tage, mit nur 50 g Speck und 2,5 g Kochsalz erhielt.

Ich liess den Kleber 15 Stunden lang in 250 ccm einer 1 proc. Kochsalzlösung aufquellen und gab die 50 g geschabten Specks hinzu und mischte innig zusammen.

Um die Abgrenzung des Kleberkothes durch Knochen möglichst scharf zu machen, habe ich dem Hunde zwei Tage vor Beginn der Versuchsreihe die Knochen dargereicht und ihn den folgenden Tag hungern lassen; ebenso wurde nach Abschluss der Reihe ein Hungertag eingeschoben und am Tage darauf erst wieder Knochen gegeben.

Ich berichte zunächst wieder über die Zusammensetzung der Einnahmen. Das Thier erhielt:

	in 1000 Kleber für 5 Tage	in 200 Kleber für 1 Tag
Wasser	109,55	21,911
Stickstoff	122,615	26,802
Fett	2,377	0,475
Stärkemehl	62,420	12,484
Cellulose	3,998	0,799
Asche	6,981	1,396
	in 250 Speck für 5 Tage	in 50 Speck für 1 Tag
Wasser	7,35	1,47
Bindgewebe	3,50	0,70
Stickstoff	0,55	0,11
Fett	239,00	47,80

Die tägliche Einnahme des Thieres enthielt demnach 147,10^{g} Kleber (bei 16,67% Stickstoff) und 0,70^{g} Eiweiss im Bindegewebe des Speckes (bei 16% Stickstoff), im ganzen also 147,80^{g} Eiweiss. Ausserdem 48,27^{g} Fett, 12,48^{g} Stärkemehl und 3,9^{g} Mineralbestandtheile.

Im Harn wurden an den 5 Versuchstagen ausgeschieden:

	Tag Januar	Menge des Harns in ^{ccm}	Menge des Stickstoffes
1.	15.	600	23,100
2.	16.	590	23,333
3.	17.	570	24,053
4.	18.	500	25,238
5.	19.	510	25,285
		2770	121,009

Der erste Kleberkoth wurde erst am 4. Versuchstage entleert, der letzte am 2. Tage nach Abschluss der Reihe mit dem Knochenkothe

Derselbe war dunkel gefärbt, ziemlich consistent und hatte abermals das Ansehen wie Koth nach Fütterung mit Fleisch. Der Koth der ganzen Versuchsreihe wog frisch 132,79^{g} und trocken 50,13^{g} (37,75% feste Theile); auf den Tag fallen daher 26,56^{g} frischer und 10,02^{g} trockener Koth.

Nach den bei der Analyse des Kothes erhaltenen Zahlen berechnen sich für 100 g trockenen Koth, dann für die 50,13 g der 5 Versuchstage und für 10,02 g eines Versuchstages folgende Werthe:

	in 100 g	in 50,13 g	in 10,02 g
Stickstoff	6,52	3,26	0,652
Asche	13,73	6,892	1,378
Aetherextract	13,785	6,91	1,38
Alkoholextract	8,110	4,06	0,81
Wasserextract	16,615	8,33	1,67
Rückstand	60,870	30,51	6,10
	99,38	49,81	9,96

In 100 g trockenem Alkoholextract waren in saurem Wasser 30,32 g unlöslich (Cholalsäure und Fettsäuren).

Im Wasserextracte fanden sich:

	in 100 trockenem Wasserextracte	in 8,33 trockenem Wasserextracte
Stickstoff	11,47	0,955
Asche	9,37	0,779

In dem nach der Erschöpfung des Kothes mit Aether, Alkohol und Wasser bleibenden Rückstande waren:

	in 100 trockenem Rückstande	in 30,51 trockenem Rückstande
Stickstoff	6,70	2,044
Asche	20,105	6,106

Für 100 g organische Substanz des Kothes berechnen sich:

an Aetherextract	16,10 %
„ Alkoholextract . . .	9,46
„ Wasserextract	17,60
„ Rückstand	56,84
	100,00

In den Extracten, welche aus 100 g trockenem Kothe, sowie aus der für die 5 Versuchstage und auf 1 Versuchstag treffenden Kothmenge erhalten worden sind, sind organische Substanz, Stickstoff und Asche:

	aus 100 trockenem Kothe			aus 50,13 trockenem Kothe			aus 10,02 trockenem Kothe		
	org. Substanz	Stick-stoff	Asche	org. Substanz	Stick-stoff	Asche	org. Substanz	Stick-stoff	Asche
Aetherextract	13,78	—	—	6,91	—	—	1,38	—	—
Alkoholextract	8,11	0,53	—	4,06	0,266	—	0,51	0,05	—
Wasserextract	15,07	1,91	1,55	7,55	0,957	0,777	1,51	0,19	0,155
Rückstand	48,69	4,08	12,18	24,40	2,045	6,105	4,88	0,41	1,220
	85,65	6,52	13,73	42,92	3,268	6,882	8,28	0,65	1,375

Auch in diesem 2. Versuche hat der Hund sich auf seinem Bestande an Eiweiss bei Fütterung mit dem Kleber erhalten. Er hat in den 5 Versuchstagen aufgenommen 123,16 g Stickstoff, und im Harn und Koth 124,269 g Stickstoff ausgeschieden, im Harne 121,009 g und im Kothe 3,26 g. Die Ausnützung des Klebers im Darmkanale des Hundes war abermals eine sehr gute, höchstens 2,6 % gingen unausgenützt weg. Die 200 g Kleber wurden daher nicht minder gut im Tage verwerthet, als die 100 g im 1. Versuche.

Die Menge des Fettes in der Nahrung betrug 241,4 g, die Menge des Aetherextractes im Kothe 6,91 g; das Fett wurde also bis auf 2,8 % resorbirt.

Aus den im hiesigen physiologischen Institute gemachten Untersuchungen geht hervor, dass der Koth beim Fleischfresser nach Fütterung mit Fleisch für sich allein oder unter Zusatz von mässigen Mengen von Fett oder Kohlehydraten im Wesentlichen aus dem Residuum der Verdauungssäfte und den Ausscheidungen in den Darmkanal besteht; der Koth hat in diesen Fällen eine ähnliche Zusammensetzung wie der beim Hunger oder während der Fötalperiode erzeugte Koth, und er wird bei voller Fütterung in nur wenig grösserer Quantität entleert wie beim Hunger. Die Menge des auf den Tag treffenden trockenen Kothes betrug bei einem grossen Hunde von 35 kg Gewicht bei Hunger 2 g (mit 0,2 g Stickstoff), bei reichlichster Fütterung mit Fleisch 10 g (mit 0,7 g Stickstoff). Es steht demnach die Menge des trockenen Kothes oder sein Stickstoffgehalt durchaus nicht im Verhältniss zur Menge des verfütterten Fleisches; die grössere Menge des Kothes bei Fütterung mit steigenden Fleischmengen rührt von der dadurch hervorgerufenen Vermehrung der Verdauungssäfte her; Prof. Voit hat dem entsprechend beobachtet, dass ein Hund, der beim Hunger im Tag 3,4 g trockene Galle lieferte,

bei reichlicher Fleischaufnahme 12g, also dreimal mehr abschied. Das Gleiche sehen wir auch bei meinen beiden Kleberversuchen. Der Koth wurde beide Male nur in geringer Menge entleert, im 1. Versuche 6,88g trocken im Tage, im 2. Versuche 10,02g; obwohl im 2. Versuche doppelt so viel Kleber verzehrt wurde, nämlich statt 100g 200g, beträgt die Mehrung des trockenen Kothes nur 3,14g. Der Koth zeigte die gleiche schwarze Farbe und die nämliche pechartige Consistenz wie der Hungerkoth oder der reine Fleischkoth.

Die Betrachtung der Extracte des Kothes lehrt ebenfalls, dass auch der Kleberkoth grösstentheils aus dem Residuum der Verdauungssäfte besteht. Zur besseren Uebersicht stelle ich die Menge der in beiden Versuchen aus dem täglichen Kothe erhaltenen Extracte nochmals zusammen.

	I. Versuch		II. Versuch	
	Menge	N darin	Menge	N darin
Aetherextract	0,98	—	1,38	—
Alkoholextract	0,60	0,05	0,81	0,05
Wasserextract	1,66	0,18	1,67	0,19
Rückstand	3,52	0,20	6,10	0,41
(davon organisch	1,48	—	4,88)	—
	6,75	0,43	9,96	0,65

Das Aetherextract ist im 2. Versuche in etwas grösserer Menge vorhanden, obwohl im 2. Versuche nur 50g Speck, im 1. aber 100g Speck gegeben wurden. Es kann demnach das Aetherextract nur zum Theile aus nicht völlig resorbirtem Fett der Nahrung bestehen.

Das Alkohol- und Wasserextract sind beide Male in nahezu gleicher Menge vorhanden. Im Rückstande findet sich beim 2. Versuche nur wenig mehr organische Substanz.

Die Menge des im täglichen Kothe ausgeschiedenen Gesammtstickstoffes ist im 2. Versuche nur sehr wenig (0.22g) grösser als im 1. Versuche, obwohl im 2. Versuche täglich 14,4g Stickstoff mehr eingenommen wurden als im 1. Versuche. Auch die Stickstoffmengen der einzelnen Extracte zeigen kaum Unterschiede. Die Menge von 0,43 und 0,65g Stickstoff im täglichen Kothe ist sehr gering; man kann jedoch darthun, dass selbst diese geringe Qnantität, wenigstens

zum grössten Theile, nicht von dem verzehrten Kleber herrührt Rieder[1]) hat gezeigt, dass im Kothe nach Aufnahme stickstofffreier Substanz sich mehr Stickstoff befindet, als beim Hunger, offenbar, da bei der Fütterung mehr Verdauungssäfte erzeugt werden Ein kleiner Hund von 7 kg Gewicht, welcher bei neuntägigem Hungern im Tage im Mittel 1,32 g trockenen Koth mit 0,095 g Stickstoff geliefert hatte, sonderte bei Fütterung mit 60 g Stärkemehl und 6 g Fett 3,04 g trockenen Koth mit 0,11 g Stickstoff ab; später bei Fütterung mit 120 g Stärkemehl und 12 g Fett 5,95 g trockenen Koth mit 0,22 g Stickstoff. Der zu meinen Kleberversuchen benützte Hund wog 24 kg und scheidet jedenfalls mehr an Verdauungssäften ab, als der nur 7 kg schwere Hund Rieder's, so dass der bei Kleberfütterung im Koth erschienene Stickstoff sicherlich zum grössten Theile durch den Stickstoff der Verdauungssäfte gedeckt wird.

II. Versuche am Menschen.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass der Kleber im Darme des Fleischfressers vortrefflich ausgenützt wird, ging ich daran, die Sache beim Menschen zu untersuchen, da ja vorzüglich für seine Ernährung der Kleber Verwendung finden soll.

Als Versuchsobject diente der 74 kg schwere Diener im Laboratorium, welcher schon zu vielen Ausnützungsversuchen verwendet worden war und sich sehr gut dazu eignet, da er die verschiedenartigsten Gemische mit Appetit verzehrt.

Die Versuche währten je 3 Tage; es wäre nicht gerathen, längere Zeit dieselben fortzusetzen, da beim Menschen nur allzu leicht ein Widerwillen gegen die gleichförmige Kostordnung eintritt; wir sind zu sehr an die Abwechslung in unseren Speisen und an die verschiedene Zubereitungsweise derselben gewöhnt.

Die Abgrenzung des Kothes geschah wie früher durch Darreichung von Milch vor Beginn und nach Abschluss der Versuchsreihe. Ich habe diese Art der Abgrenzung beim Menschen für die meisten Fälle als die beste gefunden. Nur am Schlusse des 2. Versuches am Menschen grenzte ich durch Aufnahme von einen pechschwarzen Koth liefernden Blutwürsten ab, weil die Milch nach

1) Rieder, Zeitschr. f. Biol. 1884 Bd. 20 S. 378.

reichlicher Aufnahme von Kohlehydraten leicht Diarrhöen hervorruft, wodurch die Abgrenzung eine schwierige wird.

A. Erster Versuch mit Kleber am 10., 11. und 12. Februar 1886.

Da der Kleber, wenn er für die Volksernährung verwendet werden soll, zur Verbesserung von wohlfeilen eiweissarmen und stärkemehlreichen Nahrungsmitteln, namentlich von Kartoffeln, dienen soll, so habe ich bei diesen Versuchen am Menschen als hauptsächlichstes Nahrungsmittel Kartoffeln gegeben. Es wurden täglich 1700 g geschälte Kartoffeln mit 1000 g Wasser gekocht, die Masse dann zu einem dicken Brei zerstampft und dazu 100 g Butterschmalz und 200 g lufttrockener Kleber zugemischt, nachdem er über Nacht mit 200 ccm einer 1 proc. Kochsalzlösung aufgequollen war. Zum Kartoffelbrei wurden noch 8,01 g Kochsalz zugesetzt, so dass der Mann im Tage 10,01 g Kochsalz aufnahm. Ausserdem trank er noch 600 ccm Wasser und 500 ccm Bier.

Die zum Versuche verwendeten Kartoffeln enthalten nach meiner Analyse Folgendes: In 100 g rohen geschälten Kartoffeln sind 25,67% feste Theile und 74,33% Wasser.

100 g trockene Kartoffeln enthalten:

Stickstoff . .	1,495 %	Fett	0,104 %
Stärkemehl .	78,410 %	Cellulose . .	1,110 %
	Asche	3,655 %	

Rubner[1]) bestimmte in 100 g rohen Kartoffeln 26,62% feste Theile mit 1,40% Stickstoff und 3,24% Asche, was mit meinen Zahlen gut übereinstimmt.

In obiger Kost nahm der Mann in den 3 Versuchstagen auf:

	in 1309,2 trockenen Kartoffeln	in 534,3 trockenem Kleber	in 300 Schmalz	in 1500 ccm Bier
Stickstoff	19,572	73,569	—	1,95
Fett	1,361	1,426	300,00	—
Stärkemehl etc.	1026,520	37,452	—	74,82
Cellulose	14,531	2,390	—	—
Asche	47,850	4,188	—	3,00

1) Rubner, Zeitschr. f. Biol. 1879 Bd. 15 S. 147.

Dies gibt eine tägliche Einnahme von:

	Stickstoff	Fett	Stärkemehl	Cellulose	Asche
in 1700 Kartoffeln	6,524	0,454	342,170	4,844	15,95
200 Kleber	24,523	0,475	12,484	0,796	1,396
100 Schmalz	—	100,000	—	—	—
500 ccm Bier	0,650	—	24,940	—	1,00
10,01 Kochsalz	—	—	—	—	10,01
1600 ccm Wasser	—	—	—	-	—
Summa	31,697	100,929	379,594	5,640	—

Im Harn wurden ausgeschieden:

Tag Februar	Menge in ccm	Stickstoff	spec. Gewicht	Reaktion
1. 10.	1920	22,947	1021	schwach sauer
2. 11.	1990	23,850	1023	amphoter
3. 12.	2130	25,457	1023	schwach sauer
Summa	6040	72,254	—	—
Mittel im Tag	2013	24,084	1022	—

Der Koth hatte eine grünlich-braune Farbe und zumeist eine breiartige Consistenz; er war jedoch fester wie der reine Kartoffelkoth und dem Verzehrten nicht so ähnlich, wie bei ausschliesslicher Aufnahme von Kartoffeln. Seine Reaction war neutral, während der reine Kartoffelkoth sauer reagirt.

Es waren kleine Stücke in ihm enthalten, die unter dem Mikroskop sich aus Zellen bestehend auswiesen und sich auf Zusatz einer Jodkalium-Jodlösung blau färbten; es sind dies offenbar Kartoffelreste, welche bei der Zubereitung des Kartoffelbreies nicht genügend zerstossen worden waren und deshalb den Verdauungssäften nicht so zugänglich waren. Ausser diesen sich durch Jod blau färbenden Zellen waren noch andere vorhanden, welche sich damit nicht blau färbten. Weitere Partikelchen liessen Pflanzenfasern erkennen, die in dem verzehrten Kleber enthalten waren.

Die Menge des Kothes der 3 Versuchstage betrug im frischen Zustande 478,0 g, im getrockneten 77,82 g (= 16,3% feste Theile); es treffen also auf den Tag 159,3 g frischer und 25,94 g trockener Koth.

Die Analyse ergab in 100 g trockenem Kothe, sowie in 77,82 g trockenem Kothe der 3 Versuchstage und in 25,94 g trockenem Kothe eines Tages:

	in 100 g	in 77,82 g	in 25,94 g
Stickstoff . . .	7,807	6,075	2,025
Stärkemehl . .	5,620	4,373	1,457
Cellulose . . .	4,760	3,704	1,234
Asche	11,895	9,256	3,085
Aetherextract . .	10,00	7,782	2,594
Alkoholextract .	14,50	11,284	3,761
Wasserextract . .	22,47	17,486	5,829
Rückstand . . .	53,01	41,252	13,751

Von 100 g trockenem Alkoholextracte waren in saurem Wasser 25,31% nicht löslich (Cholalsäure und Fettsäuren aus Seifen).

Im Wasserextracte sind enthalten:

	in 100 trockenem Wasserextracte	in 17,486 g trockenem Wasserextracte
Stickstoff	10,965	1,917
Asche	16,965	2,966

Im Rückstande nach der Extraction mit Aether, Alkohol und Wasser finden sich:

	in 100 trockenem Rückstande	in 14,252 trockenem Rückstande
Stickstoff	8,11	3,345
Asche	14,76	6,088

In 100 organischer Substanz des Kothes sind enthalten:

an Aetherextract	11,35%
„ Alkoholextract	16,47
„ Wasserextract	20,86
„ Rückstand	51,32
	100,00.

Daraus lässt sich nun entnehmen, wie viel organische Substanz, Stickstoff und Asche in den Extracten enthalten ist, welche aus 100 g trockenem Koth und aus dem an den 3 Tagen (77,82 g) und an 1 Tag (25,94 g) erzeugten Kothe ausgezogen worden sind.

	aus 100 trockenem Kothe			aus 77.82 trockenem Kothe			aus 25,94 trockenem Kothe		
	org. Substanz	Stick-stoff	Asche	org. Substanz	Stick-stoff	Asche	org. Substanz	Stick-stoff	Asche
Aetherextract	10,00	—	—	7,782	—	—	2,594	—	—
Alkoholextract	14,50	1,062	—	11,284	0,813	—	3,761	0,271	—
Wasserextract	18,38	2,455	4,085	14,308	1,917	3,178	4,769	0,639	1,059
Rückstand	45,20	4,290	7,810	35,175	3,345	6,078	7,058	1,115	2,025
	88,08	7,807	11,895	68,549	6,075	9,256	18,182	2,025	3,084

Bei dem Vergleiche der Einnahmen und der Ausgaben durch Harn und Koth an den 3 Versuchstagen findet sich, dass einer Einnahme von 95,091 g Stickstoff eine Ausgabe von 78,329 g Stickstoff (72,254 g im Harn und 6,074 g im Koth) entspricht. Es ist also eine nicht unbeträchtliche Menge von Stickstoff (16,762 g) im Körper zurückgeblieben oder als Eiweiss angesetzt worden; der Eiweissansatz betrug 105 g oder im Tage 35 g.

Die Ausnützung des Eiweisses oder Stickstoffes im Darmkanale stellt sich so, dass 6,4% davon nicht resorbirt wurden.

Von den während der 3 Tage verzehrten 302,8 g Fett erschienen im Kothe 7,782 g wieder, was einer Verwerthung bis auf 2,5% entspricht.

In den Speisen waren 1138,8 g Stärkemehl enthalten, im Kothe wurden nur 4,373 g wieder ausgeschieden, so dass das Stärkemehl fast ganz, bis auf 0,38% verdaut und resorbirt wurde.

In den verzehrten Kartoffeln und dem Kleber wurden 16,92 g Cellulose eingeführt; im Kothe wurden nur 3,704 g bestimmt, so dass also 13,216 g oder 78% der Cellulose im menschlichen Darmkanale zur Auflösung kamen.

B. Zweiter Versuch ohne Kleber am 23., 24. und 25. Februar 1886.

Um die Wirkung des Klebers scharf zu erkennen, habe ich an dem nämlichen Versuchsindividuum eine Woche nach dem ersten Versuche einen zweiten angestellt, bei welchem ganz die gleichen Nahrungsmittel gegeben wurden wie beim ersten, nur mit Weglassung des Klebers.

Der Mann erhielt also während 3 Tagen täglich 1700 g frische Kartoffeln mit 100 g Butterschmalz, 12,25 g Kochsalz und 500 ccm Bier.

Dies gibt eine Zufuhr von:

	in 3 Tagen	in 1 Tag
Stickstoff	21,522	7,174
Fett	301,361	100,453
Stärkemehl . . .	1101,340	367,113
Cellulose	14,531	4,844
Asche	50,850	16,950

Im Harn wurden aufgefunden:

Tag Februar	Menge in ccm	Stickstoff	spec. Gewicht	Reaktion
1. 23	2480	10,621	1016	schwach sauer
2. 24.	2690	7,500	1013	neutral
3. 25.	2420	6,347	1016	neutral
Summa	7590	24,468	—	—
Mittel im Tag	2530	8,156	1015	—

Der Koth war weniger consistent, als der bei der 1. Reihe unter Kleberzusatz entleerte, er war breiig und sehr reich an Wasser, denn er enthielt nur 14,43% feste Theile, während der erstere 16,3% feste Theile lieferte. Der Koth reagirte sauer.

Die auf die 3 Versuchstage treffende Kothmenge betrug 418,28 g frisch = 60,36 g trocken, was auf den Tag 139,42 g frischen und 20,12 g trockenen Koth ausmacht.

In 100 g trockenem Kothe, dann in 60,36 trockenem Kothe von 3 Tagen und in 20,12 trockenem Kothe eines Tages sind enthalten:

	in 100 g	in 60,36 g	in 20,12 g
Stickstoff . . .	6,964	4,203	1,401
Stärkemehl . .	13,52	8,160	2,720
Cellulose . . .	5,07	3,060	1,020
Asche	10,390	6,271	2,090
Aetherextract . .	5,91	3,567	1,189
Alkoholextract .	17,53	10,581	3,527
Wasserextract . .	22,59	13,635	4,545
Rückstand . . .	53,94	32,558	10,853

Von 100 g trockenem Alkoholextracte lösten sich 15,65 % in angesäuertem Wasser auf (Cholalsäure und Fettsäuren aus Seifen).

Im Wasserextracte finden sich:

	in 100 trockenem Wasserextracte	in 13,635 trockenem Wasserextracte
Stickstoff .	10,86	1,481
Asche . .	18,07	2,463

Im Rückstande nach der Extraction mit Aether, Alkohol und Wasser waren:

	in 100 trockenem Rückstande	in 32,558 trockenem Rückstande
Stickstoff .	6,95	2,262
Asche . .	12,07	3,929

In 100 g organischer Substanz des Kothes sind enthalten:

an Aetherextract	6,59 %
„ Alkoholextract	19,56
„ Wasserextract	20,67
„ Rückstand	53,18
	100,00.

Es berechnet sich somit für den Gehalt an organischer Substanz, an Stickstoff und Asche in den Extracten von 100 g trockenem Kothe und in denen des trockenen Kothes, der auf die 3 Versuchstage und auf 1 Tag trifft:

	aus 100 trockenem Kothe			aus 60,36 trockenem Kothe			aus 20,12 trockenem Kothe		
	org. Substanz	Stickstoff	Asche	org. Substanz	Stickstoff	Asche	org. Substanz	Stickstoff	Asche
Aetherextract	5,91	—	—	3,567	—	—	1,189	—	—
Alkoholextract	17,53	0,784	—	10,581	0,474	—	3,527	0,158	—
Wasserextract	18,50	2,43	4,09	12,476	1,466	2,468	3,722	0,489	0,823
Rückstand	47,64	3,75	6,30	32,099	2,263	3,803	9,585	0,754	1,267
	89,58	6,964	10,39	58,723	4,203	6,271	18,023	1,401	2,090

Der Mensch nahm in dieser Reihe in den Einnahmen 21,522 g Stickstoff auf; er schied dagegen im Harne 24,468 g und im Kothe 4,203 g, im Ganzen also 28,671 g Stickstoff aus. Während er bei Zusatz von Kleber nicht unbeträchtlich Eiweiss ansetzte, verlor er hier Eiweiss von seinem Körper, nämlich 44,7 g d. i. im Tage 14,9 g.

Im Darmkanale gelangten hier 19,5% des Stickstoffes oder Eiweisses nicht zur Ausnützung.

Von den in der Kost zugeführten 301,4 g Fett erschienen nur 1,2% im Kothe wieder.

Das dargereichte Stärkemehl (1101,34 g) wurde ebenfalls gut verwerthet, nämlich bis auf 0,74%.

In den zugeführten Kartoffeln befanden sich 14,531 g Cellulose, im Kothe konnten aber nur 3,06 g wieder aufgefunden werden, so dass von der Cellulose 78,9% verdaut wurden und nur 21,1% ungenützt blieben.

Es ist nun möglich, die Resultate der beiden Reihen mit einander zu vergleichen und die Bedeutung des Kleberzusatzes für die Ernährung zu beurtheilen.

Die Unterschiede in dem Kothe lassen sich aus folgender Uebersicht gut ersehen; es wurden darin im Tage ausgeschieden:

	1. Versuch mit Kleber	2. Versuch ohne Kleber
Menge der festen Theile	25,94	20,12
Stickstoff	2,025	1,401
Stärkemehl	1,457	2,720
Cellulose	1,234	1,020
Asche	3,085	2,090
Aetherextract	2,594	1,189
Alkoholextract . . .	3,761	3,527
Wasserextract . . .	5,829	4,545
Rückstand	13,751	10,853

Der Zusatz von 200 g lufttrockenem Kleber im Tage hat die Menge des trockenen Kothes etwas vermehrt und auch dessen Stickstoffgehalt; letzteres rührt wohl nur zum Theile von unverändert ausgeschiedenem Kleber her, vor allem von der Vermehrung der Secretion im Darme.

Bei dem von M. Rubner[1]) mit Kartoffeln gemachten Ausnützungsversuche wurde wesentlich mehr Substanz in verschiedenen

1) M. Rubner, Zeitschr. f. Biol. 1870 Bd. 15 S. 146.

Zubereitungsweisen: gesotten, als Salat und geröstet, aufgenommen. Der Mann erhielt täglich im Mittel:

in 3077,5 g frischen Kartoffeln
11,45 g Stickstoff
718,1 g Kohlehydrate
ausserdem 143,8 g Fett.

Die Kothmenge betrug 635,0 g frisch und 93,8 g trocken (14,8%) mit 3,69 g Stickstoff. Der frische Koth reagirte sauer.

Im Harn waren 8,8 g Stickstoff. Es steht also einer Einnahme von 11,45 g Stickstoff eine Ausgabe von 12,49 g Stickstoff gegenüber. Der Körper verlor demnach dabei täglich 1,04 g Stickstoff = 6,5 g Eiweiss.

Der Verlust an Stoffen durch den Koth betrug:

an Stickstoff . . 32,2%
an Kohlehydrat . 7,6%

Bei meinem Kartoffelversuche, bei welchem täglich nur 1700 g Kartoffeln verzehrt wurden und zwar in der Form eines Breies, war die Menge des Kothes viel geringer, statt 93,8 g Trockensubstanz nur 20,12 g; auch die Ausnützung des Stickstoffes war eine wesentlich günstigere, der Verlust betrug nur 19,5% statt 32,2%; ebenso war die Verwerthung des Stärkemehles eine weitaus bessere, denn im Kothe fanden sich nur 0,74% desselben vor gegen 7,6% bei Rubner's Versuch.

Man ersieht daraus schlagend, wie wichtig es für die Ausnützung eines Nahrungsmittels im Darmkanale ist, dass es nicht in zu grosser Menge verzehrt wird und dass es in günstiger Form, hier als Brei, dargereicht wird.

Die Ausnützung des Klebers im ersten Versuche am Menschen ist ebenso günstig als die des Fleisches. Rubner fand für letzteres bei Aufnahme von 366,8 g Trockensubstanz im Tag einen Verlust von 2,5 % Stickstoff im Kothe; in einem zweiten Versuche bei Aufnahme von 306,4 g Trockensubstanz einen Verlust von 2,8 % Stickstoff im Kothe. Bei meinem ersten Versuche am Menschen wurde durch Zusatz von 200 g Kleber mit 24,523 g Stickstoff zu den Kartoffeln der Stickstoffgehalt des Kothes nur um 0,624 g vermehrt;

der Verlust im Kothe betrug daher 2,5 %, d. h. nicht mehr wie bei Aufnahme von frischem Fleisch.

Man ersieht auch daraus, dass das vegetabilische Eiweiss sich im Darme nicht anders verhält als das animalische, und dass es das Fleisch nicht als solches ist, was so gut verwerthet wird, sondern letzteres nur auf seinem Reichthum an dem gut ausnützbaren Eiweiss beruht.

Die Versuche von Rubner mit den mit Kleber versetzten Maccaroni haben ebenfalls zu der Ueberzeugung geführt, dass der Kleber in der Nahrung des Menschen sehr gut Verwendung finden kann. Er wurde aus den Maccaroninudeln in grosser Menge resorbirt und brachte eine vermehrte Stickstoffausscheidung im Harne hervor. Während bei Verabreichung der Nudeln ohne Kleberzusatz der Körper noch wesentlich an Stickstoff oder Eiweiss einbüsste, fand bei dem Kleberzusatze sogar ein Ansatz statt.

Auch Fleischer und K. Müller[1]) haben in Weende an Hammeln Fütterungsversuche mit Weizenkleberzusatz angestellt und gefunden, dass der Kleber als völlig verdaulich anzusehen ist und dass selbst eine starke Kleberdosis fast ohne Einfluss auf die Ausnützung des Rauhfutters ist.

In dem Darme der Hühner wird nach den Versuchen von Meissner und Flügge[2]) nur ein Theil der eiweissartigen Stoffe des Weizens verdaut; er verwerthet nur die in Wasser löslichen stickstoffhaltigen Theile (6%) und von den in Wasser unlöslichen nur den Kleber (42%), der ganze Rest (52%) geht unverändert mit dem Kothe ab.

Man kann zusehen, wie viel man zu Kartoffeln Kleber zusetzen muss, um einem kräftigen Arbeiter die für den Tag nöthige Menge von Nahrungsstoffen, nämlich 118 g Eiweiss, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrat zuzuführen.

Nimmt man in den frischen Kartoffeln 0,384 g Stickstoff an und ferner, dass nur 56% dieses Stickstoffes in der Form von Eiweiss darin enthatten sind, so treffen auf die frischen Kartoffeln 1,344%

1) Fleischer, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Jahrg. 6 1873 S. 1408.

2) Meissner und Flügge, Zeitschr. f. rat. Med. (3) Bd. 31 S. 185 und Bd. 36 S. 184.

Eiweiss. Dann sind in den frischen Kartoffeln etwa 20,41% Kohlehydrate enthalten.

Um 500 g Kohlehydrat zu liefern, müsste man also 2450 Kartoffeln verzehren, dazu 52 g Fett setzen und endlich, da in 2450 g Kartoffeln nur 32,9 g Eiweiss enthalten sind, noch 85 g Kleber zufügen, um eine Nahrung für den Tag zu erhalten. Diese 2450 g Kartoffeln werden kaum schlechter ausgenützt werden, als die von mir verabreichten 1700 g.

Da nun 85 g trockener Kleber (= 95 lufttrockener) nur etwa 5,7 Pf. kosten, so wird sich der Kleber wohl für die Volksernährung verwenden lassen, wobei man bedenken muss, dass der rüstige Arbeiter ohne Kleberzusatz wesentlich mehr Kartoffeln aufnehmen müsste. Es wäre nicht unmöglich, dass das Quantum Kartoffel, welches man weniger geben dürfte, so viel kosten würde, als der zuzusetzende Kleber.

Damit erscheint die Aufgabe, welche ich mir gestellt habe, so weit gelöst zu sein, als dies jetzt möglich ist.